

## De voedingstoestand van het Nederlandse bos

**In de loop van het onderzoek naar de effecten van atmosferische depositie in bossen werden de laatste jaren ernstige tekorten aan een of meer voedingsstoffen vastgesteld. Om een landelijk beeld te krijgen van de voedingstoestand van de verschillende boomsoorten is in 1989 en 1990 een uitgebreide inventarisatie uitgevoerd. Hieruit blijkt dat in veel bosopstanden gebreksverschijnselen voorkomen.**

Bij het onderzoek naar effecten van atmosferische depositie in bossen kunnen de gehalten aan minerale voedingsstoffen in blad en naalden worden gebruikt als een indicator van de gezondheid van de bomen. Zo blijkt bij grove den en Corsicaanse den een positief verband te bestaan tussen stikstofdepositie, stikstofvoorziening en taksterven (Van den Burg et al 1988) en bij douglas blijkt fosforgebrek samen te hangen met stikstofdepositie (Van den Burg et al 1988, Mohren et al 1986). Ook de slechte conditie van zomereik blijkt voor een deel samen te hangen met storingen in de voedingstoestand (Oosterbaan en Van den Burg 1988, Van den Burg en Oosterbaan 1989). Om ongewenste effecten van de atmosferische depositie in bossen (tijdelijk) te compenseren is een bemestingsadvies opgesteld (Commissie Advies Bosbemesting, 1990). Mede naar aanleiding van dit advies ontstond de behoefte aan een overzicht van de voedingstoestand van het

Nederlandse bos. Om hierin te voorzien zijn in 1989 en 1990 landelijke inventarisaties uitgevoerd. In 1989 zijn verspreid over heel Nederland in totaal bijna 300 opstanden van grove den, van zomereik en van douglas bemonsterd (Van den Burg 1991). In 1990 werden nog eens ruim 1000 opstanden bemonsterd op terreinen van Staatsbosbeheer (Daamen 1991). De bemonsterde boomsoorten en de verdeling van het aantal bemonsterde opstanden over de verschillende groeigebieden is weergegeven in tabel 1.

In de geïnventariseerde opstanden zijn blad- en naaldmonsters verzameld en geanalyseerd op de belangrijkste voedingsstoffen.

Bij de inventarisatie van 1990 zijn ook grondmonsters verzameld en geanalyseerd op pH-KCl, fosfaatgehalte en -alleen bij lariks en douglas- kopergehalte (Cu-taalcijfer). De bodemsubgroep en de grondwatertrap werd voor deze opstanden afgeleid van bodemkaarten.

Met behulp van deze gegevens is een koppeling gelegd met de gegevens van de vierde Bosstatistiek en de bodemkaart. Daarmee was het mogelijk om een vrij betrouwbare schatting te maken van de oppervlakten bos met gebreksverschijnselen.

### Resultaten

– Bodemvruchtbaarheid  
Uit de analyses van de bodem

**Tabel 1. Verdeling van de bemonsterde opstanden over de verschillende groeigebieden**

boomsoort en jaar	aantal opstanden	van monsternamen							
		NO	O	CO	CW	ZO	ZW	Ov	Tot
zomereik 1989	54	86	46	14	65	33	–	298	
zomereik 1990	45	5	16	–	7	16	55	144	
beuk 1990	49	9	48	5	–	7	32	150	
grove den 1989	10	45	56	11	117	62	–	301	
grove den 1990	15	32	31	13	21	40	5	157	
Cors. den 1990	23	11	17	16	13	39	21	140	
douglas 1989	33	64	98	32	42	30	–	299	
douglas 1990	38	30	46	20	5	22	3	164	
jap.lariks 1990	80	11	19	10	6	8	17	151	
fijnspaar 1990	73	7	9	5	4	5	4	145	

NO = noordoost (bosstatistiek 01)

O = oost (02)

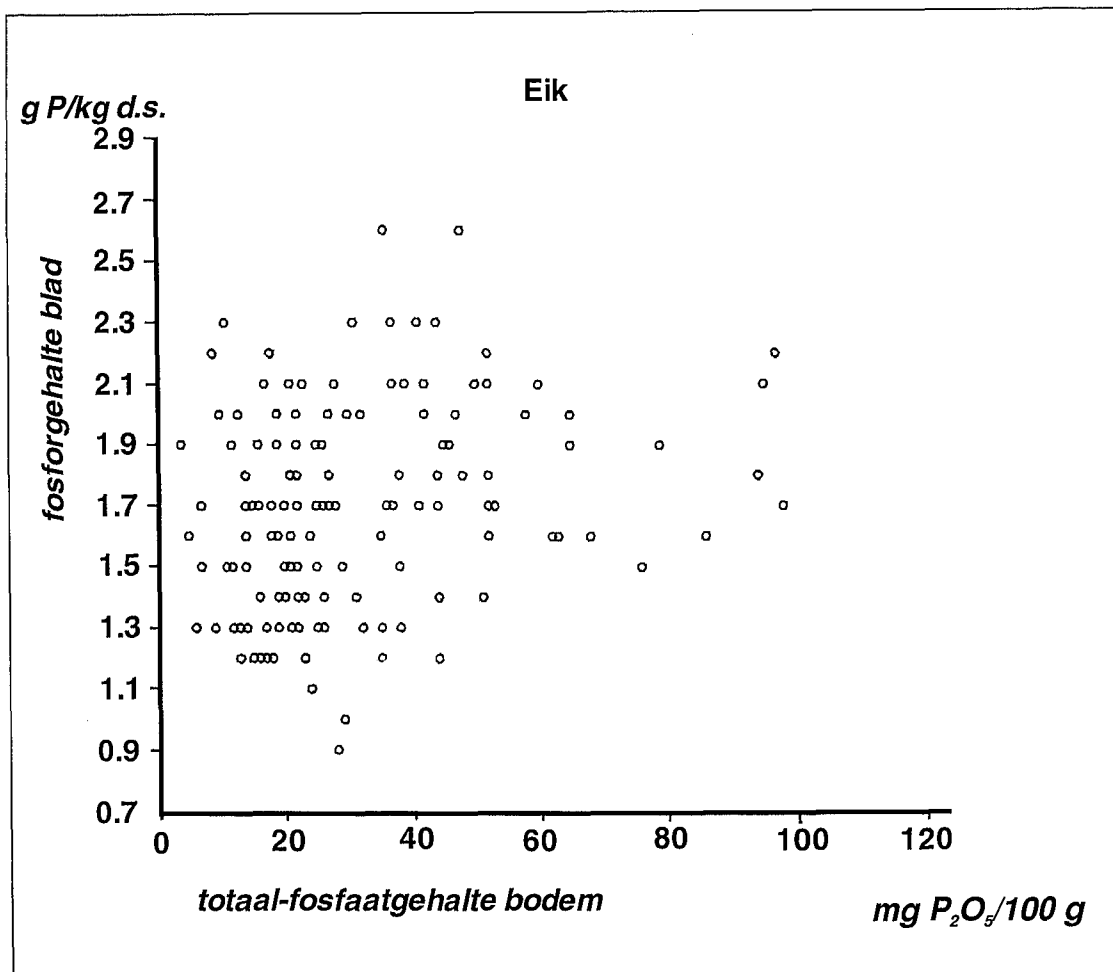
CO = Veluwe en Gelderse vallei (03)

CW = Utr. heuvelrug en Gooi (04)

ZO = Oost-Brabant en Noord-Limburg (05)

ZW = West-Brabant (05)

Ov = rest; kustgebied, Flevoland en Zuid-Limburg.



■ Fig. 1. Verband tussen het totaal-fosfaatgehalte in de grond (0-25 cm) en het fosforgehalte in het blad. ( $P\text{-blad} = 1,7856 - 1,7856/1 + 0,659 \times P\text{-totaal}$ )

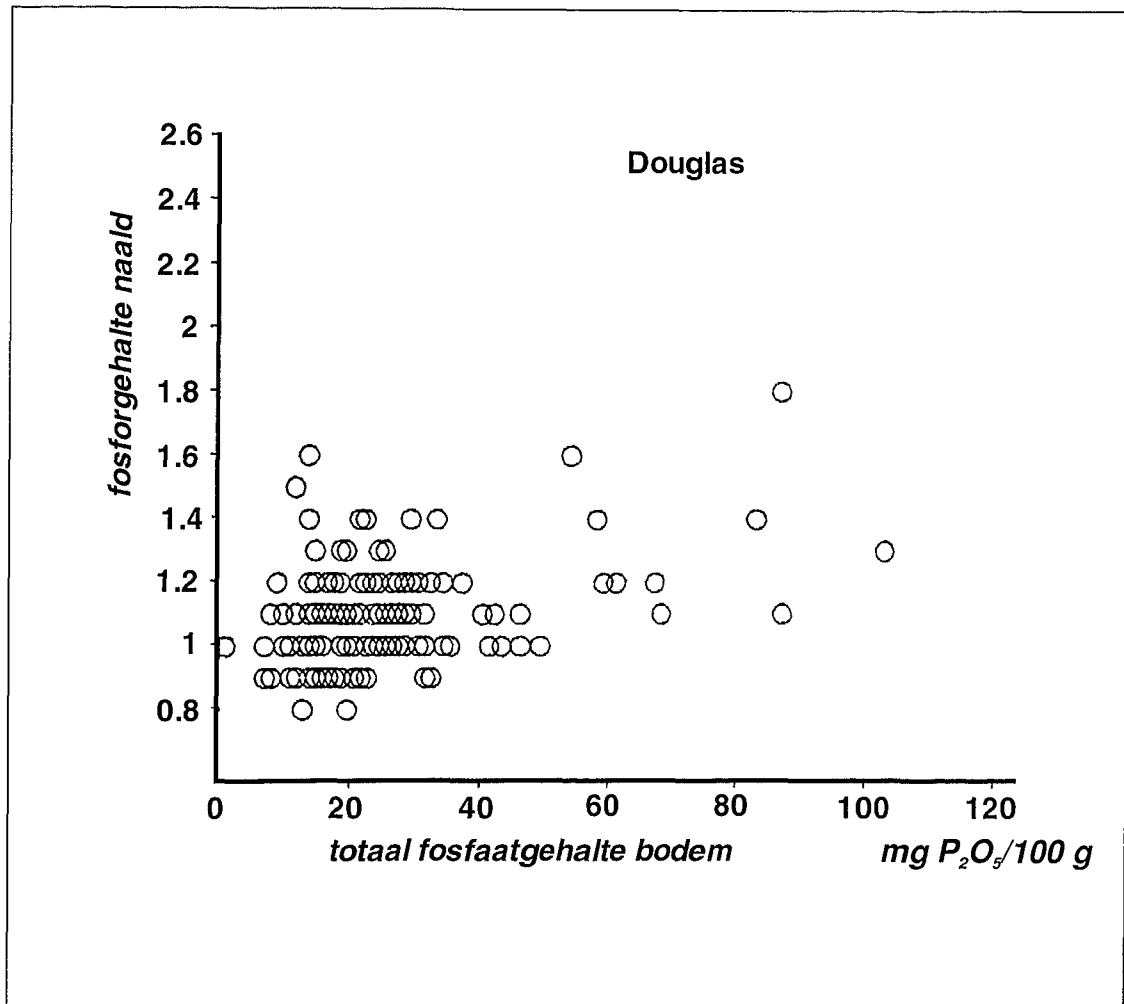
(Daamen 1991) blijkt dat nog geen sprake is van sterk verzuurde bodems. Van de onderzochte 1051 opstanden was in 69 opstanden de pH-KCl lager dan 3. Van de 70.000 ha bos in de steekproef heeft ruim 5000 ha (ca 8 %) een pH lager dan 3. De laagste gemiddelde pH-KCl-waarden (3,3) worden aangetroffen op venige gronden, moer- en veldpodzolgronden en eerdgronden. Voor naaldboomsoorten, beuk en eik wordt aangenomen dat de kritische grens ligt bij een pH-KCl-waarde van 3,2. De andere bodemsubgroepen hebben een gemiddelde pH-KCl waarde

die ruim boven de kritische grens van 3,2 ligt.

Opvallend in de analyses van de bodem zijn de lage fosfaatgehalten. Voor de meereisende soorten als bijvoorbeeld zomereik, douglas en Japanse lariks ligt het fosfaatgehalte van de grond in een aanzienlijk deel van de bemonsterde opstanden beneden 40 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per 100 gram grond. Bij de eik komen ondanks de lage fosfaatgehalten van de grond nog tamelijk veel opstanden met een voldoende fosforgehalte in het blad voor (fig. 1).

Voor douglas en lariks leidt de slechte fosfaatvoorziening tot lage gehalten aan fosfor in de naalden (figuur 2 en 3). In de periode 1955-1957 werden bij dezelfde fosfaatgehalten in de grond duidelijk hogere fosforgehalten in de naalden aangetroffen. Het huidige fosforgebrek in de naalden wordt toegeschreven aan de hoge stikstofdepositie; de beschikbaarheid van stikstof is daardoor de laatste decennia sterk toegenomen (Mohren et al 1986).

– Minerale voedingstoestand  
Uit de resultaten van de blad- en naaldanalyses blijkt dat tussen



■ Fig. 2. Verband tussen het totaal-fosfaatgehalte in de grond (0-25 cm) en het fosforgehalte in de naalden. ( $P\text{-naalden} = 1,2703 - 1,2703/1 + 0,3081 \times P\text{-totaal}$ )

de boomsoorten grote verschillen voorkomen. Het optreden van gebreksverschijnselen bleek niet duidelijk gekoppeld aan bepaalde bodemsubgroepen. Het optreden van gebreksverschijnselen is ook niet beperkt tot gebieden met hoge atmosferische depositie.

Een mogelijke verklaring hiervoor is dat het depositieniveau ruimschoots ligt boven de grens waarbij schade te verwachten is. Wel blijkt er voor verschillende boomsoorten een duidelijke relatie tussen het stikstofgehalte in het gewas en het depositie-

niveau. Hierop wordt bij de afzonderlijke boomsoorten nader ingegaan.

#### Zomereik

Bij de zomereik blijkt dat er weinig verband is tussen het niveau van de stikstofdepositie en het stikstofgehalte in de bladeren. Het stikstofgehalte is nog niet abnormaal hoog en bovendien lopen de groeiplaatsen sterk uiteen in bodemvruchtbaarheid. Bij hogere stikstofdepositie neemt wel het Ca-gehalte van de bladeren toe en het Mg-gehalte af.

Het probleem voor de eik vormt

de magnesiumvoorziening. Van de 296 opstanden die door Van den Burg zijn onderzocht hadden 218 opstanden (ruim 70 %) Mg-gebrek. Van de 144 opstanden die door Daamen zijn onderzocht was dit 60 tot 85 %, afhankelijk van de bodemeenheid. Door het beperkte aantal waarnemingen zijn echter geen significante verschillen aan te tonen tussen de bodemeenheden.

Omgerekend naar oppervlakte blijkt dat in 11.145 ha eik (van de 13.733 ha aan opstanden in de leeftijdsklasse van 30 tot 80 jaar die in deze steekproef zijn be-

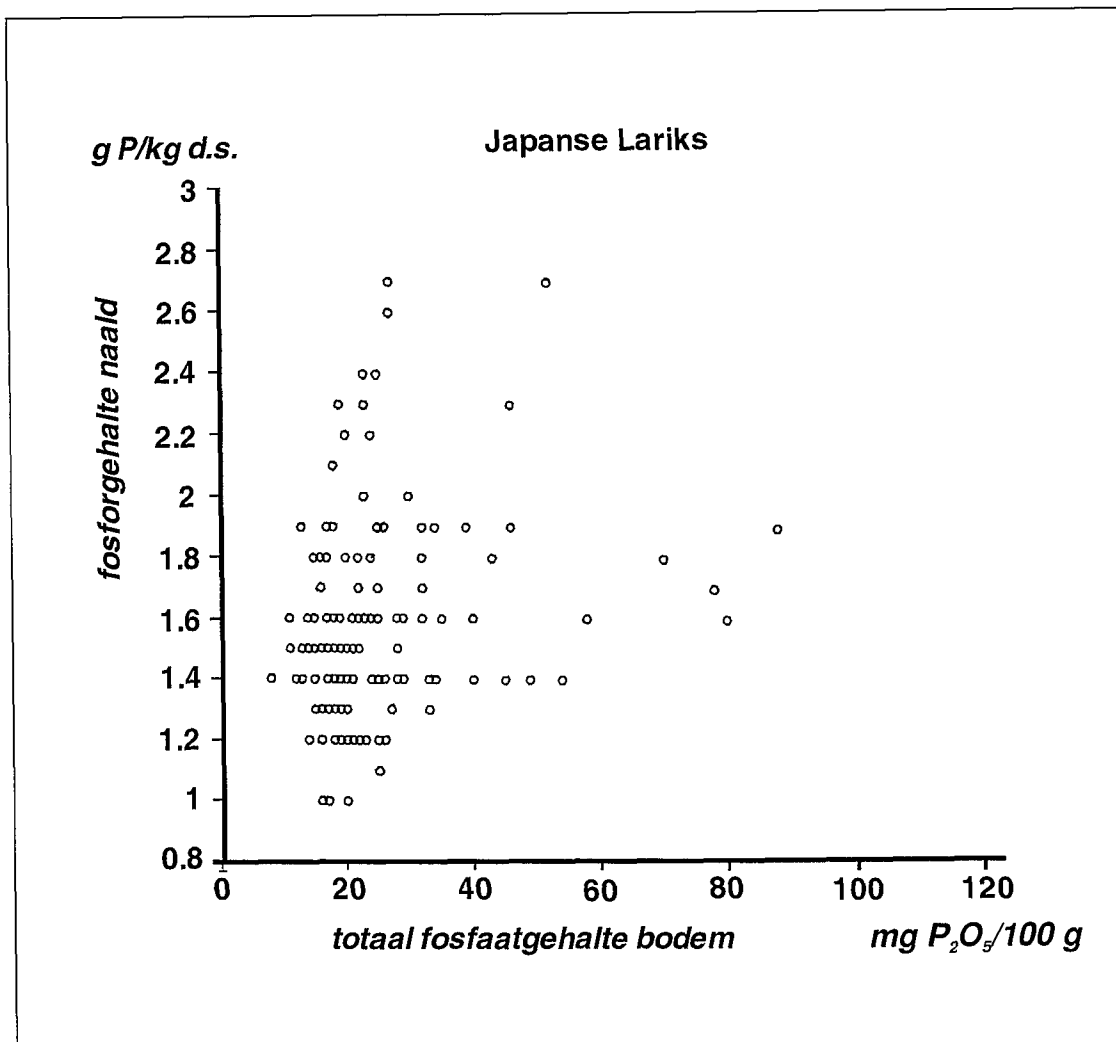


Fig. 3. Verband tussen het totaal-fosfaat-gehalte in de grond (0-25 cm) en het fosforgehalte in de naalden.  
 ( $P\text{-naalden} = 1,8417 \cdot 1,8417/1 + 0,284 \times P\text{-totaal}$ )

trokken) min of meer ernstig magnesiumgebrek verwacht kan worden.

De slechte vitaliteit van de zomereik kan niet zonder meer verklaard worden door de slechte magnesiumvoorziening. Bladverlies door insectenvraat bleek in de laatste jaren verreweg de belangrijkste verklarende factor (Vitaliteit 1991). Daarnaast speelt ook de waterhuishouding een rol (Oosterbaan en Nabuurs 1991). Wel zou de slechte magnesiumvoorziening indirect van invloed

kunnen zijn op de gezondheids-toestand.

#### Beuk

De beuk is alleen betrokken in het onderzoek van Daamen. Evenals bij de eik komt ook bij de beuk veel magnesiumgebrek voor. Daarnaast treedt ook regelmatig fosforgebrek op.

Van de in totaal 2806 ha beuk in de leeftijdsklasse van 30 tot 80 jaar heeft naar schatting slechts 155 ha een goede voedingsstoffenvoorziening. In ruim 2200 ha is magnesiumgebrek te ver-

wachten en in ruim 2300 ha fosforgebrek.

Ondanks de geconstateerde gebreksverschijnselen lijkt de vitaliteit van de beuk in eerste instantie bepaald te worden door de vochtvoorziening.

#### Grove den

Bij de grove den neemt het stikstofgehalte van de naalden duidelijk toe met toenemende stikstofdepositie. Een dergelijk verband met ammoniak-emissie werd al eerder aangetoond (Van

den Burg en Kiewiet, 1989). Ca 90 % van alle onderzochte grove dennenopstanden heeft hoge tot zeer hoge stikstofgehalten. Het stikstofgehalte van de naalden ligt met een gemiddelde waarde van 20,6 g/kg net boven het niveau van voldoende stikstofvoorziening (14- 18 gram N per kg droge stof). Het noordoostelijk bosgebied vormt hierop een uitzondering; het gemiddelde stikstofgehalte van de naalden is hier 17,6 g/kg.

De magnesiumgehalten in de naalden liggen gemiddeld juist rond het gebreksniveau. In ruim 60 % van de 301 door Van den Burg onderzochte opstanden is sprake van magnesiumgebrek. In meer dan 90 % van de opstanden is de stikstof/magnesiumverhouding zeer laag.

Ook in de 157 door Daamen onderzochte opstanden komt afhankelijk van de bodemeenheid in 70 tot 90 % van de opstanden magnesiumgebrek voor. Evenals bij de eik zijn ook hier geen significante verschillen aan te tonen tussen de bodemeenheden.

Omgerekend naar oppervlakte blijkt dat van de ruim 29.000 ha aan groveden in de leeftijdsklasse 30 tot 50 jaar in ruim 24.000 ha magnesiumgebrek te verwachten is.

Opmerkelijk is dat de vitaliteit van de grove den, ondanks de slechte magnesium- en de meer dan optimale stikstofvoorziening, nog tamelijk goed is. Het percentage bomen in de klassen weinig en niet vitaal schommelt in de periode 1984- 1991 tussen de 9% en 17% (Vitaliteit 1991).

#### Corsicaanse den

Bij het onderzoek van Daamen werd in ca 50 % van de opstanden van Corsicaanse den stikstofgebrek vastgesteld. Er is geen relatie tussen stikstofdepo-

sitie en het stikstofgehalte in de naalden.

In onderzoek op de Veluwe en Oost-Brabant (Van den Burg et al 1988, Van den Burg en Kiewiet, 1989) werden zeer uiteenlopende N-gehalten aangetroffen, variërend van gebrek tot extreem hoog. In dit onderzoek werd echter wel een duidelijk positief verband tussen depositie en het N-gehalte in de naalden gevonden. Ook bij Corsicaanse den nam het N-gehalte van de naalden sinds ca 1960 geleidelijk toe, maar de stijging bij Corsicaanse den is veel minder sterk dan bij groveden en douglas.

Tevens wordt zeer regelmatig (ca 50 % van de opstanden) fosfor- en magnesiumgebrek aangetroffen. Omgerekend naar oppervlakte zou van de 6442 ha Corsicaanse den in de leeftijdsklasse van 30 tot 60 jaar ruim 3300 ha lijden aan stikstofgebrek, ruim 2400 ha aan fosforgebrek en ruim 2900 ha aan magnesiumgebrek.

De vitaliteit van de Corsicaanse den blijkt vooral bepaald te worden door het periodiek optreden van schimmelaantastingen (Gremmen, 1968, de Kam 1987, 1991) en door extreem lage wintertemperaturen (Gremmen 1961). De verklaring voor het soms lage stikstofgehalte van de naalden wordt gezocht in het optreden van wortel- en bast schade na de winters van 1978/79, 1984/85 en 1986/87.

#### Douglas

Bij douglas is een duidelijk positief verband gevonden tussen de stikstofdepositie en het stikstofgehalte in de naalden. Het gemiddelde gehalte in de naalden ligt rond - en in het zuiden van Nederland duidelijk boven - de 18 g N/kg droge stof; deze waar-

de wordt als optimaal beschouwd.

Ca 70 % van de douglasopstanden heeft hoge tot zeer hoge stikstofgehalten. Er is sprake van een duidelijke stijging van de stikstofgehalten in de naalden sinds ongeveer 1960.

De hoge stikstofgehalten veroorzaken bij de douglas problemen bij de fosfor- en kopervoorziening.

In het onderzoek van van den Burg ligt het gemiddelde fosforgehalte van de naalden ruim beneden de grens waarbij gebreksverschijnselen optreden: 90 % van alle opstanden heeft latent fosforgebrek. Bij een onderzoek in Zuid Nederland werd vastgesteld dat sinds 1960 het fosforgehalte in de naalden is gedaald van ca 2,5 g/kg naar ca 1,5 g/kg (Van den Burg en Kiewiet, 1989). Ook in het onderzoek van Daamen wordt veel fosforgebrek geconstateerd. Naar schatting treedt fosforgebrek op in 6930 van de 8313 ha douglas in de leeftijdsklasse 30 tot 50 jaar.

Het kopergehalte in de naalden ligt gemiddeld juist rond het niveau waarop gebreksverschijnselen kunnen optreden, maar slechts in ca 10 % van de opstanden is sprake van een laag Cu-gehalte. De N/Cu verhouding is gemiddeld te hoog voor een voldoende kopervoorziening. Op grond van de N/Cu verhouding blijkt de kopervoorziening in ca 60 % van de douglasopstanden onvoldoende.

De resultaten uit het onderzoek van Daamen (65 % van de opstanden met een onvoldoende kopervoorziening als gevolg van een hoge N/Cu verhouding) sluiten hier goed bij aan.

Omgerekend naar oppervlakte is kopergebrek te verwachten in 6492 van de 8313 ha douglas in de leeftijdsklasse van 30 tot 50 jaar.

Kaliumgebrek komt in het onderzoek van Van den Burg betrekkelijk weinig voor, slechts in 18 van de 300 opnamen. Toch is bij eerder onderzoek in Noord-Brabant (Van den Burg en Kiewiet, 1989) vastgesteld dat het K-gehalte van de naalden sinds ca 1960 gemiddeld is gedaald van 9 g/kg naar 6 g/kg. In het onderzoek van Daamen blijken ca 1430 ha van de ruim 8300 ha douglas in de leeftijd van 30 -50 jaar te lijden aan K-gebrek.

De slechte naaldbezetting van de douglas kan niet geheel worden verklaard uit de hoge stikstofgehalten en de slechte fosfor- en kopervoorziening. Wel blijkt de naaldkleur samen te hangen met de fosfor-voorziening (Van Goor, 1963, Olsthoorn en Maas, in press). Fosfaatbemesting leidt tot een duidelijk gezondere naaldkleur en een lichte toename van de lengtegroei (Van den Burg, 1990). Overigens heeft men nog niet kunnen aantonen dat de slechte naaldbezetting een merkbaar slechtere groei van de douglas veroorzaakt. De slechte kopervoorziening komt duidelijk tot uitdrukking in de slingerende groei van de hoofdscheuten, maar dit vormt geen criterium bij de vitaliteitsbeoordeling.

#### Japanse Lariks

Evenals bij de douglas is ook bij lariks in veel opstanden sprake van fosfor- en kopergebrek. Fosforgebrek komt voor in 80 tot 90 % van alle opstanden; dit is omgerekend naar oppervlakte ca 9800 van de 10.790 ha lariks in de leeftijdsklasse 30 tot 50 jaar. Van de 152 onderzochte lariks-opstanden komt slechts in 7 opstanden geen kopergebrek voor; op grond hiervan is berekend dat slechts in 332 ha geen koperbemesting nodig zou zijn.

76 Van de 152 opstanden hebben

34 opstanden een absoluut kopergebrek. In nog eens 111 opstanden is de N/Cu verhouding (veel) te hoog.

Op grond van de beschikbare gegevens valt weinig te zeggen over de relatie tussen de geconstateerde gebreksverschijnselen en de vitaliteit.

#### Fijnspar

Naast fosforgebrek en magnesiumgebrek treedt in fijnspar ook regelmatig kaliumgebrek op. Omgerekend naar oppervlakte heeft van de in totaal 3873 ha fijnspar in de leeftijdsklasse 30 tot 50 jaar ruim 200 ha fosforgebrek, 2100 ha kaliumgebrek en ruim 1400 ha magnesiumgebrek.

Op grond van de beschikbare gegevens valt weinig te zeggen over de relatie tussen de geconstateerde gebreksverschijnselen en de vitaliteit.

#### Verklaring van de tekorten

Het kennen van de oorzaken van de slechte voedingstoestand van bossen op zandgronden is van cruciaal belang voor het treffen van maatregelen. Als verklaring van de vastgestelde tekorten kan in een aantal gevallen een duidelijk verband worden gelegd met het niveau van de stikstofdepositie. Er bestaan echter grote verschillen tussen de boomsoorten. Een eenduidige verklaring voor alle geconstateerde tekorten is daarom niet mogelijk. De tekorten kunnen in twee groepen worden verdeeld, namelijk een relatief tekort als gevolg van een overvloedige stikstofvoorziening en een absoluut tekort aan voedingselementen.

Opvallend is dat vooral het kopergebrek bij douglas en lariks vrijwel altijd samengaat met hoge stikstofgehalten. Voor groveden blijkt uit het onderzoek van Van

den Burg in 1989 overwegend een absoluut gebrek aan magnesium voor te komen, terwijl in het onderzoek van Daamen in 1990 35 % van de opstanden sprake is van een relatief gebrek aan magnesium door het hoge stikstofgehalte.

Voor de overige voedingsstoffen is overwegend sprake van een absoluut tekort aan belangrijke voedingsstoffen.

De volgende aspecten kunnen een rol spelen:

- door het hoge stikstofaanbod blijft de opname van andere voedingsstoffen achter.
- door wortelbeschadigingen (als gevolg van verzuring) kunnen voedingsstoffen minder goed worden opgenomen. Als voorbeeld kan hierbij de calciumvoorziening worden genoemd, die de laatste jaren vooral bij groveden en Corsicaanse den sterk terugloopt.
- door afname van het aandeel fijne wortels (als gevolg van stikstofdepositie) zijn de bomen niet in staat om schaarse elementen in voldoende hoeveelheden op te nemen.
- door een sterke terugval in aantallen en soorten mycorrhiza's (als gevolg van vermisting en verzuring) wordt de opnamecapaciteit van de wortels beperkt.
- als gevolg van naald- of bladbeschadigingen en slecht functioneren van huidmondjes (door luchtverontreiniging) "lekken" elementen als kalium, calcium en magnesium uit de naalden.
- door weersomstandigheden in de afgelopen jaren wordt de opname van schaarse elementen als fosfaat, kalium en magnesium bemoeilijkt.
- er is een tekort aan belangrijke voedingsstoffen in de bodem en daarmee is bij de boomsoortkeuze onvoldoende rekening gehouden.

■ Bij de douglas laten zowel de vitaliteit als de voedingstoestand veel te wensen over (Foto: IBN-DLO)

Gezien de verschillen tussen de boomsoorten lijkt het erop dat de mechanismen per boomsoort verschillend zijn.

Er zijn echter ook aanwijzingen dat in bomen periodiek schommelingen in de naald- en bladsamenstelling optreden als gevolg van weersomstandigheden (Fieder et al 1973). Het is ook opmerkelijk dat in een groot deel van West- en Middeneuropa ernstige tekorten aan magnesium worden vastgesteld, ook in gebieden met een relatief lage stikstofbelasting. Voorbeelden daarvan zijn de Ardennen (Nys, 1989, Weissen et al 1988), de Vogezen (Landmann et al 1987) en het Zwartewoud (Huber 1991).

#### **Toepassing van de onderzoekresultaten: Maatregelen**

Op grond van de resultaten van de hier behandelde studies kan worden vastgesteld dat in het Nederlandse bos duidelijke tekorten aan voedingsstoffen voorkomen. Deze tekorten hebben tot nu toe nog slechts in een beperkt aantal gevallen geleid tot duidelijk zichtbare schadesymptomen aan de bomen. Het zijn echter duidelijke aanwijzingen voor een labiele situatie, die onder normale omstandigheden aanleiding kan zijn tot minder goed functioneren van de bomen en een verhoogde sterfte. Onder minder gunstige omstandigheden worden deze effecten nog versterkt.

Het duurzaam in stand houden van de verschillende bosesystemen is alleen mogelijk wanneer het huidige niveau van atmosferische depositie drastisch wordt teruggebracht.

Uit onderzoek van de Universiteit Nijmegen blijkt dat bij het uitslui-



ten van stikstofdepositie de voedingstoestand van de grove den al snel weer in evenwicht komt (Pers. med. A.W. Boxman).

Vanuit het bosbeheer kan een bescheiden bijdrage worden geleverd aan de duurzame instandhouding van het bos door gebruik te maken van boomsoorten die zo goed mogelijk zijn aangepast aan de betreffende groeiplaats en door zo veel mogelijk te werken naar gemengde, ongelijkjarige bossen. Risico's als gevolg van stikstofovermaat, onba-

lans in voedingsstoffen, extreme weersomstandigheden etc. leiden dan minder gemakkelijk tot grootschalige calamiteiten.

Met de vaststelling dat op grote schaal ernstige tekorten aan voedingsstoffen optreden verdient ook bosbemesting als herstelmaatregel aandacht. Richtlijnen hiervoor zijn recent opgesteld (Eindrapport Commissie Advies Bosbemesting, 1990). De huidige "Regeling bijdragen Bos en Landschapsbouw" voorziet in de

subsidiering van een bemestingsadvies (op basis van een bemonstering van grond en gewas) en het uitvoeren van de geadviseerde bemesting (Harmsen en Van den Tweel 1991).

De meningen over "bosbemesting" zijn echter nogal verdeeld. Zo wordt o.a. gewezen op de onzekerheden over de oorzaken van de tekorten en de mogelijke neveneffecten van bemesting.

Heeft een bemesting wel zin wanneer de wortels zijn beschadigd of wanneer mycorrhiza's niet aanwezig zijn? Verder zijn er vragen rond de milieueffecten (Verburg 1992): welke invloed heeft bemesting op de vegetatie, de mycorrhiza, de bodemfauna en op de uitspoeling van nitraten? Tenslotte is er ook een heel praktisch bezwaar: Ondanks de subsidie moet een deel van de kosten door de boseigenaar worden opgebracht.

Uit oude en recente ervaringen met bosbemesting blijkt in ieder geval dat door een gerichte bemesting de minerale voedingsstoestand aanzienlijk verbeterd kan worden; of eventueel nadelige neveneffecten optreden is sterk afhankelijk van de toegepaste meststof, de dosering, de boomsoort en de leeftijd van de opstand. Voor de afweging van eventuele voor- en nadelen van mineralengiften of bekalking zal allereerst met behulp van een grond- en gewasanalyse moeten worden vastgesteld of inderdaad tekorten aan bepaalde voedingsstoffen voorkomen. Vervolgens is het van belang om na te gaan of de groeiplaats "geschikt" is voor de betreffende boomsoort. Vooral bij de aanplant van het zogenaamde meereisend naaldhout zijn de bodemeisen (vochtvoorziening, fosforgehalte van de grond) nog wel eens te optimistisch beoordeeld.

In de gevallen waar duidelijke tekorten worden vastgesteld lijkt een met verstand uitgevoerde bemesting een aardige "levensverzekering" in afwachting van een drastische afname van de atmosferische depositie. Een beslissing over het al of niet uitvoeren van een bemesting is afhankelijk van de doelstellingen van het bosbezit en de boomsoort.

#### Eik

Gezien de vaak ernstige, vaak jaren achtereen herhaalde insectenaantastingen in eiken en het regelmatig optreden van sterfte lijkt een magnesiumbemesting in althans een deel van de eikenopstanden het overwegen waard. Magnesium is vooral van belang bij de opbouw en de werking van het chlorophyl in de bladeren; het is van invloed op de fotosynthese.

Uit bemestingsonderzoek in eikenbeplantingen (Van den Burg 1987) blijkt dat bij bemesting met magnesium inderdaad het Mg-gehalte in het blad flink toeneemt. Op grond hiervan mag een evenwichtiger voedingstoestand en daarmee een betere weerstand tegen aantastingen worden verwacht.

Voor zover nu bekend heeft een Mg-bemesting weinig storende effecten op de soortensamenstelling van de aanwezige mycorrhiza's, terwijl ook de invloed op de vegetatie beperkt is (Van Dobben en Dirksen, 1990; Kuiper et al 1990, Douwes en Kuiper 1992).

Omgekeerd mag ook worden verwacht dat de slechte vitaliteit van de eiken in veel gevallen heeft geleid tot een sterke lichttoetreding op de bosbodem. De mineralisatie wordt hierdoor versneld, zodat de omstandigheden gunstiger worden voor de ontwikkeling van nitrofiële plantensoor-

ten. Een verbeterde vitaliteit van de eiken kan dit proces terugdringen.

#### Beuk

Alvorens over te gaan tot bemesting van beuk verdient een analyse van de vochtvoorziening aanbeveling. Wanneer blijkt dat de groeiplaats geschikt is dan kan op grond van grond- en gewasanalyse tot bemesting worden besloten. Bij een kalk- of fosfaatgift moet rekening gehouden worden met veranderingen in de kruidenvegetatie of de mycorrhiza samenstelling.

#### Grove den

De grove den lijkt een bijzonder "taai" boomsoort. Ondanks de schommelingen in de vitaliteit van de grove den en het wijd verbreide magnesiumgebrek is het de afgelopen jaren niet tot ernstige sterfte gekomen. Dat zou een reden kunnen zijn om bij grove den nog niet direct tot "levensverzekering" middels bemesting over te gaan.

Uit de voorlopige resultaten van recente bemestingsproeven met kalium en magnesium op arme zandgronden blijkt wel dat al kort na de bemesting een duidelijke stijging van de gehalten in de naalden kan worden aangetoond (Van den Burg 1990, Hekstra et al 1990). Verder bleek in een aanplant van grove den op een arme zandgrond in Mill dat een bekalking een positief effect had op de wortelontwikkeling (IBN-DLO, ongepubliceerde gegevens).

Wanneer het gaat om bemesting met magnesium dan mag worden verwacht dat eventuele neveneffecten van de bemesting beperkt zijn. Niettemin verdient het uit vegetatiekundige overwegingen aanbeveling ook magnesiumbemesting in de arme typen grove dennenbos (korstmossen-, kussentjesmos- en kraaiheide-



denenbossen) achterwege te laten (Hilgen, 1991).

#### Corsicaanse den

De Corsicaanse den is een heel wat minder taaie boomsoort dan de groveden. In sommige gevallen kan een omschakeling naar andere boomsoorten worden overwogen. Er lijkt echter nog geen reden te zijn om volledig af te zien van deze boomsoort (Van Tol, 1992). Waar ernstige tekorten worden vastgesteld kan een bemesting de gevoeligheid voor schimmelaantastingen beperken.

Evenals bij de grove den wordt bemesting in de allerarmste bossen (korstmossen- kussentjesmos- en kraaiheide dennebos) ontraden.

#### Douglas

De slechte vitaliteit van de douglas geeft wel aanleiding tot bezorgdheid, ook al wordt in veel opstanden nog een goede groei vastgesteld. De slechte fosforvoorziening (mede als gevolg van de hoge stikstofdepositie) speelt hierbij vermoedelijk een belangrijke rol (Mohren et al 1986).

Fosfor is vooral van belang voor de vorming van het wortelstelsel. Een tekort leidt tot een wanverhouding tussen bovengrondse en ondergrondse delen; indirect komt hierdoor ook de vochtvoorziening in gevaar. Bij ernstige tekorten kan een merkbare reductie van de groei optreden.

De slechte fosfaatvoorziening kan door een fosfaatbemesting (desgewenst gecombineerd met kalium en magnesium) worden verbeterd. Uit het bemestingsonderzoek van "De Dorschkamp" in de 50-er en 60-er jaren (Van Goor, 1963, Blok et al 1975) en uit de voorlopige resultaten van de Peelproeven (Van den Burg, 1990) blijkt dat een fosfaatbemesting niet alleen een positief

effect heeft op het fosfaatgehalte van de naalden, maar ook op het kalium- en calciumgehalte.

Vast staat dat zowel de kruidenvegetatie als de mycorrhiza's beïnvloed worden door een fosfaatbemesting (Van Dobben en Dirksen, 1990; Kuyper et al 1990; Douwes en Kuyper 1992). In de meeste gevallen is in douglasopstanden echter niet direct sprake van botanisch waardevolle vegetaties. Een eventuele negatieve invloed op de aantallen en de soortensamenstelling van de mycorrhiza's zou theoretisch kunnen leiden tot een verminderde opname van stoffen die met behulp van mycorrhiza worden opgenomen. Daar staat echter tegenover dat fosfaatbemesting in het algemeen de wortelontwikkeling bevordert; daarmee wordt ook de opnamecapaciteit (en de leefruimte voor mycorrhiza's) vergroot. In experimenten met fosfaatbemesting bij bomen die leiden aan fosforgebrek blijkt dan ook meestal een (lichte) toename in de groei op te treden.

#### Lariks, fijnspar

De overwegingen bij de bemesting van deze twee boomsoorten zijn ongeveer dezelfde als voor de douglas.

#### Conclusie

De voedingstoestand van de verschillende boomsoorten op zandgronden in Nederland laat veel te wensen over. Mede als gevolg van de hoge stikstofdepositie lijden veel bomen aan een absoluut of een relatief (ten opzichte van stikstof) gebrek aan een of meer minerale voedingsstoffen. De onevenwichtige voedingstoestand komt niet altijd tot uitdrukking in de vitaliteitscijfers; het is echter wel een duidelijke aanwijzing voor een minder weerstandsvermogen van de bomen. Voor het duurzaam in stand houden van de bossen is een aan-

zienlijke reductie van de stikstofdepositie noodzakelijk.

Uit bemestingsonderzoek blijkt dat de toegediende voedingsstoffen inderdaad worden opgenomen en dat de tekorten aan voedingselementen in blad of naalden worden opgeheven. Gerichte toediening van minerale voedingsstoffen kan daarom een duidelijke bijdrage leveren aan een evenwichtiger voedingstoestand. Er is bij bosbemesting echter geen algemeen geldige afweging van de voordelen en eventuele nadelen van een dergelijke maatregel. Deze afweging zal per geval gemaakt moeten worden.

#### Literatuur

- Blok, H., J. van den Burg, C.P. van Goor, K. Jager en L. Oldenkamp, 1975. Bemesting en minerale voeding van douglascultures. Rapport nr 69. Bosbouwproefstation "De Dorschkamp", Wageningen.
- Burg, J. van den, 1990. Mogelijkheden tot verbetering van de minerale voedingstoestand van bossen door bemesting en bekalking. In: De vitaliteit van het Nederlandse bos: Wat kan de beheerder. Rapport nr 609 p.5-34. De Dorschkamp, Instituut voor Bosbouw en Groenbeheer.
- Burg, J. van den, 1991. Een inventarisatie van de minerale voedingstoestand van opstanden van zomereik, grove den en douglas op de Nederlandse zandgronden (zomer/najaar 1989) Rapport nr 644 De Dorschkamp, Instituut voor Bosbouw en Groenbeheer, Wageningen.
- Burg, J. van den, P.W. Evers, G.F.P. Martakis, J.P.M. Relou en D.C. van der Werf, 1988. De conditie en de minerale voedingstoestand van grove den (*Pinus sylvestris*) en Corsicaanse den (*Pinus nigra* var. *maritima*) in de Peel en op de zuidoostelijke Veluwe, najaar 1986. Rapport nr 519 Rijksinstituut voor onderzoek in de Bos- en landschapsbouw De Dorschkamp, Wageningen.
- Burg, J. van den en H.P. Kiewiet, 1989. Veebezetting en de naaldsamenstelling van grove den, douglas en Corsicaanse den in het Peelgebied in de periode 1956

- t/m 1988. Rapport nr 559 De Dorschkamp, Instituut voor Bosbouw en Groenbeheer, Wageningen.
- Burg, J. van den, 1989. Waardering van de minerale voedingstoestand en van enige bodemchemische eigenschappen van 51 opstanden van zomereik. Rapport nr 550 Rijksinstituut voor onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen.
- Eindrapport Commissie Advies Bosbesteding, 1990. Rapport 1990-11. Min. v. Landbouw Natuurbeheer en Visserij.
- Daamen, W.P., 1991. Mineralenbehoefte van het Nederlandse bos. Rapport nr 24 Maatschap Daamen, Schoonderwoerd, Miedema en de Klein.
- Dobben, H. van en G.M. Dirkse, 1990. Bemesting en vegetatieontwikkeling in bossen. In: De vitaliteit van het Nederlandse bos: Wat kan de beheerder. Rapport nr 609 p.35-40. De Dorschkamp, Instituut voor Bosbouw en Groenbeheer.
- Douwes, R. en Th.W. Kuyper, 1992. Effecten van bosbesteding op paddestoelen en mycorrhiza's; verslag over 1991. Intern verslag Biologisch Station Wijster.
- Fieder, H.J., W. Nabe und F. Hoffmann, 1973. Forstliche Pflanzenernährung und Düngung. p. 46-49. Fischer Verlag, Stuttgart.
- Goor, C.P. van, 1963. Bemestingsvoorschrift voor naaldhoutculturen. Nederlands Bosbouw tijdschrift 35 (5):129-142. Korte Mededeling nr 56 (2e herziene druk 1967) Bosbouwproefstation "De Dorschkamp", Wageningen.
- Gremmen, J., 1961. Vorstschade aan Corsicaanse dennen. Nederlands Bosbouw tijdschrift 33 (11):328-332.
- Gremmen, J., 1968. Stamkankers van groveden en Corsicaanse den veroorzaakt door *Crumenula sororia* Karst. Nederlands Bosbouw tijdschrift 40 (4):176-182.
- Harmsen, C. en P. van den Tweel, 1991. Herstel voedingsstofhuishouding en verzuurde bosbodems door gerichte bosbesteding. Bosbouwvoorlichting 30 (5):61-65.
- Hekstra, A. (eindred.), K. Dilz, A. van Diest en J. van den Burg, 1990. Bosbestedingsonderzoek in het gemeentebos van Harderwijk (4). Jaarverslag Nederlands Meststoffen Instituut, Den Haag.
- Hilgen, P., 1991. Beschrijving van de uitgesloten bostypen. Bosbouwvoorlichting 30 (5):66-70.
- Huber, B., 1991. Salzdüngung oder Kalkung in geschädigten Waldbeständen? Allgemeine Forstzeitschrift. 46:80-85.
- Kam, M. de, 1987. Effecten van weersomstandigheden en herkomstverschillen op de ontwikkeling van *Brunchorstia* bij Corsicaanse den. Nederlands Bosbouw tijdschrift 59 (6):193-200.
- Kam, M. de, 1991. *Sphaeropsis sapinea* in Nederland. Nederlands Bosbouw tijdschrift 63 (5):160-167.
- Kuyper, Th.W., A.J. Termorshuizen en W.P.T. Boswijk, 1990. Ectomycorrhiza en de vitaliteit van het Nederlandse bos. Nederlands Bosbouw tijdschrift 62 (10/11):334-338.
- Landmann, G., M. Bonneau et M. Adrian, 1987. Le déperissement du sapin pectiné et de l'épicéa commun dans le Massif vosgien est-il en relation avec l'état nutritionnel des peuplements? Revue Forestiere Francaise 39 (1): 5-10.
- Mohren, G.M.J., J. van den Burg, F.W. Burger en J.H. Oterdoom 1986. Fosforgebrek veroorzaakt door hoge stikstoftoevoer in douglasopstanden. Nederlands Bosbouw tijdschrift 58 (9):238-241.
- Nys, C., 1989. Fertilisation, déperissement et production de l'épicéa commun dans les Ardennes. Revue Forestiere Francaise 41 (4): 336-347.
- Olsthoorn, A.F.M. en G.J. Maas, in voorbereiding. Relaties tussen vitaliteitskenmerken, groeiplaats, ziekten en herkomst bij douglas. Rapport "De Dorschkamp", Instituut voor Bosbouw en Groenbeheer, Wageningen.
- Oosterbaan, A. en J. van den Burg, 1988. De vitaliteit en minerale voedingstoestand van zomereiken op arme en rijke gronden. Rapport nr 529 "De Dorschkamp", Instituut voor Bosbouw en Groenbeheer, Wageningen.
- Oosterbaan, A. en G. Nabuurs, 1991. Relationships between oak decline and groundwaterclass in the Netherlands. Plant and Soil 136 (1): 87-93.
- Tol, G. van, 1992. De rol van Corsicaanse den in de Nederlandse bosbouw. Nederlands Bosbouw tijdschrift 64 (4):149-152.
- Verburg, J. 1992. Bosbesteding: feiten en meningen. Nederlands Bosbouw tijdschrift 64 (2):63-67.
- Vitaliteit (De) van het Nederlandse bos 9. Verslag van de landelijke inventarisatie 1991. Rapport IKC-NBLF.
- Weissen, F., H. van Praag, P. Marchal, F. Delecour et Ch. Farcy, 1988. Les causes de la dégradation sanitaire de forêts en Wallonie: le point de la situation. Bulletin de la Societe royale forestiere de Belgique 95 (2): 57-68.

## Voor goede kwaliteit bomen



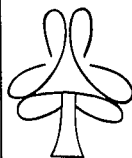
Boomkwekerij

**KRABBENBORG**

Siberiëweg 6 - 5975 PJ Sevenum

Telefoon: 04767-2715

Telefax: 04767-3100



**BOSLAND BV**

beheer, advies en uitvoering in bosbouw

Frederikstraat 2a, 6881 SJ Velp Tel. 085 - 640202